

実世界情報システムプロジェクト～バーチャルリアリティ研究グループ～

円筒型没入ステレオ映像のレンダリング手法

Render Method for an Immersive Cylindrical Stereoscopic Display

林淳哉

情報理工学系研究科システム情報学専攻

1. はじめに

我々はこれまでに、円筒没入型の立体ディスプレイ TWISTER (Telexistence Wide-angle Immersive STEReoscope) を開発してきた[1]。TWISTER では、回転型パララクスバリアという裸眼立体視の方式によって、特殊な眼鏡をつけない裸眼のユーザが、360 度平面方向全周に立体映像を観察できる。本稿では、円筒型ディスプレイに提示される立体映像のレンダリング方式として、視点位置に依存する方式と依存しない方式の 2 種類を提案し、Direct X のプログラマブル頂点シェーダを用いたレンダリングの実装を紹介する。

2. 視点位置依存型レンダリングと正面画像積分型レンダリング

2 眼の立体ディスプレイに提示する映像を作る方法の 1 つとして、ユーザに対して自然な立体映像を提示するために、ユーザの視点位置を限定、もしくは測定して、その位置に応じた映像を提示する手法(以降、VDR(始点位置依存型レンダリング: Viewpoint Dependent Rendering)と呼ぶ)がある。

一方、TWISTER のような円筒型ディスプレイの場合、視点位置によらない立体映像の提示は一般の平面型立体ディスプレイに比べて困難であるが、次のような手法で映像をレンダリングすれば、視点位置の取得を伴わない立体映像提示ができる。

デバイスの中心軸を軸として、ユーザの頭部をバーチャルに回転させ (Fig 1.におけるカメラが、ユーザの右目に対応)、各頭部位置において、ユーザの正面方向の情報のみを取得し、これらをつなぎ合わせたものを、全周の描画映像とする。こうして得られた映像は、見回し運動時のユーザの各頭部位置において、真正面以

外の画像情報は近似であるが、ユーザはこれらの近似画像をもとに立体視をすることができる。このような描画方法を、以降、FIIR(正面画像積分型レンダリング: Front Image Integration Rendering)と呼ぶ。

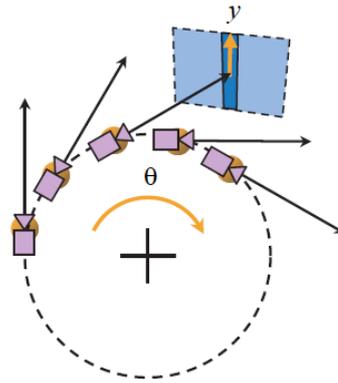


Fig. 1 Principle of FIIR

3. 円筒座標系でのレンダリング理論

本項では、円筒座標系を用い他ステレオ映像のレンダリング理論について述べる。

始点位置依存型レンダリング

視点位置を利用して描画する場合、両眼での処理は独立に行えるので、ここでは単眼分の処理を議論する。

ディスプレイデバイスの中心を平面方向の原点、半径を R 、視点の高さを 0 として、バーチャル空間上のオブジェクトの位置を $P_{obj}(r_{obj}, \theta_{obj}, y_{obj})$ 、点 P_{obj} が描画される円筒ディスプレイ上の点を $P_{disp}(R, \theta_{disp}, y_{disp})$ 、ユーザの目の位置を $P_{eye}(r_{eye}, \theta_{eye}, 0)$ とする。なお、各座標は円筒座標で表されており、第 1 成分、第 2 成分、第 3 成分は

それぞれ、デバイスの中心軸からの距離、ディスプレイ面上での回転各、高さを表す(Fig.2)。

このとき、ユーザの視点位置がデバイス中心に近い場合 OP_{obj} 、 $P_{eye}P_{obj}$ のなす角が小さいことから、 P_{disp} 付近の円筒面を平面で近似すると、

$$\begin{aligned} & \sin(\theta_{obj} - \theta_{disp}) \\ &= \frac{1}{R} \frac{r_{obj} - R}{r_{obj} - r_{eye} \cos(\theta_{obj} - \theta_{eye})} \cdot r_{eye} \sin(\theta_{obj} - \theta_{eye}) \end{aligned} \quad (1)$$

$$y_{disp} = \frac{R - r_{eye} \cos(\theta_{obj} - \theta_{eye})}{r_{obj} - r_{eye} \cos(\theta_{obj} - \theta_{eye})} \cdot y_{obj} \quad (2)$$

となり、描画位置の角度と高さが求まる。

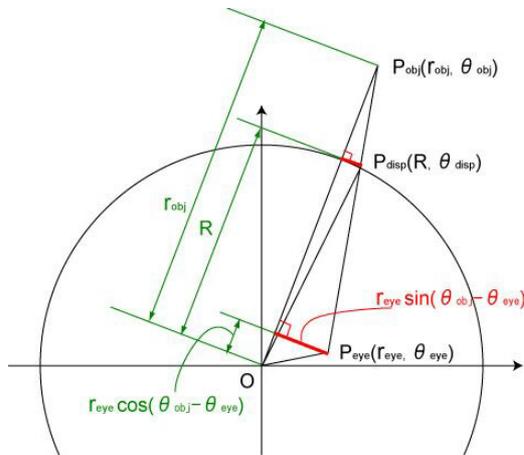


Fig. 2 Viewpoint Dependent Rendering

正面画像積分型レンダリング

FIIR によるレンダリングは、式(1)(2)を用いて求めることができる。頭部の回転軸が一定にして、オブジェクトを正面に見据えた視点位置からレンダリングするとき、 OP_{obj} と OP_{eye} のなす角は一定なので α 、 OP_{eye} と P_{eye} の距離も同じく一定なので d とおくと、

$$\sin(\theta_{obj} - \theta_{disp}^R) = \frac{1}{R} \frac{r_{obj} - R}{r_{obj} - d \cos \alpha} \cdot d \sin \alpha \quad (3)$$

$$\sin(\theta_{obj} - \theta_{disp}^L) = \frac{1}{R} \frac{r_{obj} - R}{r_{obj} - d \cos \alpha} \cdot d \sin \alpha \quad (4)$$

$$y_{disp}^R = y_{disp}^L = \frac{R - d \cos \alpha}{r_{obj} - d \cos \alpha} \cdot y_{obj} \quad (5)$$

となる。このようにして得られる描画画像は、少なくとも真正面方向の全ての点において、正しい奥行きを提示することができる(Fig. 3)。

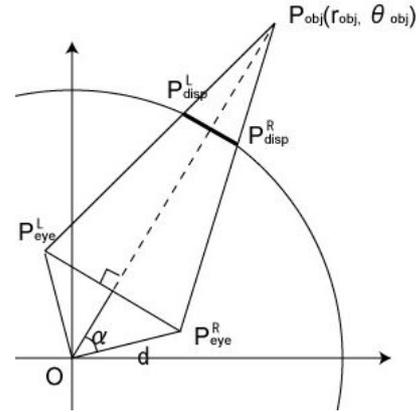


Fig. 6 A Principle of Render Method with Cylindrical Coordinates (mode2)

4. HLSL を用いたレンダリング

前述の円筒座標系モデルを DirectX の HLSL(High Level Shader Language)を用いて実装した。(fig. 4)実験環境には、CPU:Pentium4 6GHz, メモリ:1GB, グラフィックボード:FireGLX1(ATI), Visual Studio .NET 2003, DirectX9.0b を用いた。

本実験で用いたモデルのポリゴン数は多くないが、60Hz のフレームレートでは問題なく描画された。

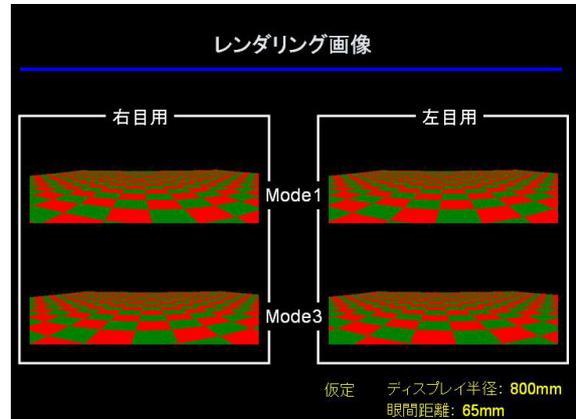


Fig. 4 Rendered Images

5. まとめ

ステレオ全周映像の提示方法として、円筒座標系を用いた手法を提案した。

参考文献

- 1) h Kenji Tanaka, Junya Hayashi, Masahiko Inami and Susumu Tachi: TWISTER: An Immersive Stereoscopic Display, Proceedings of IEEE VR 2004.